

Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya (Bimaster)
Volume 05, No. 1 (2016), hal 87 – 96.

SISTEM PENDISTRIBUSIAN ELPIJI 3 KG MENGGUNAKAN METODE TABU SEARCH

Sari Lestari, Bayu Prihandono, Eka Wulan Ramadhani

INTISARI

Elpiji adalah salah satu komoditas sektor migas yang diproduksi oleh PT. Pertamina (Persero). Pendistribusian elpiji dari Stasiun Pengisian Bahan Bakar Elpiji (SPBE) ke setiap pangkalan merupakan permasalahan yang dihadapi oleh Koperasi Pegawai Negeri Kantor Gubernur Kalimantan Barat dalam hal distribusi elpiji. Pendistribusian elpiji termasuk ke dalam Vehicle Routing Problem (VRP), yaitu merupakan permasalahan pendistribusian barang/jasa yang dipengaruhi oleh permintaan dan kapasitas kendaraan. Penyelesaian VRP pada kasus ini menggunakan metode tabu search dengan membangkitkan solusi awal/penentuan rute awal menggunakan metode Nearest Neighbourhood (NN) dan Clarke Wright and saving. Penyelesaian permasalahan pendistribusian dengan penentuan solusi awal pada tabu search menggunakan metode NN didapat delapan rute dengan total jarak tempuh keseluruhan rute adalah 394.321 km. Sedangkan dengan metode Clarke Wright and saving didapat sembilan rute dengan total jarak tempuh adalah 402.703 km. Penentuan rute awal dengan metode NN dan tabu search menghasilkan rute yang lebih optimal yang dilihat berdasarkan banyaknya rute sehingga sistem pendistribusian lebih efisien, selanjutnya dilihat berdasarkan jarak tempuh tiap rute dan total jarak tempuh keseluruhan rute sehingga menghemat biaya dalam penggunaan bahan bakar bensin dan waktu dalam mendistribusikan elpiji.

Kata Kunci : VRP, Nearest Neighbourhood, Tabu Search

PENDAHULUAN

Telah diketahui banyak terobosan baru yang dilakukan pemerintah untuk mengatasi krisis yang terjadi di Indonesia. Salah satu krisis yang melanda Indonesia adalah krisis energi. Beberapa contoh terobosan yang dilakukan pemerintah yaitu pengembangan *biodiesel*, pengurangan pasokan, penarikan subsidi untuk bahan bakar minyak (BBM) dan pengalihan minyak tanah ke gas. Dalam pengalihan minyak tanah ke gas merupakan kebijakan yang tepat oleh pemerintah berdasarkan ketersediaan bahan bakar minyak yang sedikit dibandingkan ketersediaan Bahan Bakar Gas (BBG) yang ada di Indonesia.

Sejak pemerintah mengubah penggunaan minyak tanah bersubsidi ke elpiji mengakibatkan kebutuhan elpiji di Indonesia semakin meningkat, sehingga proses pendistribusian Elpiji ke konsumen berperan penting. Proses distribusi elpiji berawal dari SPBE yang selanjutnya disalurkan ke pangkalan. Untuk itu sistem pendistribusian elpiji perlu diatur secara sistematis sehingga menghasilkan sistem distribusi yang optimal dengan menyesuaikan jumlah permintaan elpiji. Faktor-faktor yang mempengaruhi keoptimalan rute pendistribusian elpiji yaitu ketersediaan kendaraan, jumlah permintaan elpiji pada setiap pangkalan maupun efisiensi penggunaan bahan bakar dalam pendistribusian elpiji sehingga memenuhi semua permintaan dan memberikan pelayanan yang terbaik.

Penentuan rute pengiriman termasuk dalam *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP merupakan permasalahan yang berhubungan dengan jumlah permintaan agen dimana rute yang dilewati kendaraan dengan jumlah keseluruhan permintaan tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan yang melewati rute tersebut, dengan harapan rute yang dilalui kendaraan dapat melayani pengiriman tepat waktu dengan tempat agen yang terpisah. Tujuan VRP yaitu untuk meminimalkan jarak tempuh kendaraan dengan kapasitas maksimal kendaraan sehingga kendaraan bekerja dengan optimal [1].

VRP dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *tabu search*. Metode *tabu search* pertama kali dikenalkan oleh Glover pada tahun 1986 yang merupakan penyelesaian masalah optimasi. *Tabu search* merupakan metode optimasi yang berbasis *lokal search* dengan menggunakan struktur memori [2]. *Local search* merupakan proses pencarian satu solusi ke solusi berikutnya. Konsep dasar dari *tabu search* adalah menyimpan solusi terbaik (*best so far*) dari setiap tahapan pencarian dan mengingatkan

kembali solusi terbaik sebelumnya sehingga mendapatkan solusi yang paling optimum tanpa terjebak kedalam solusi awal yang telah ditemui. Tujuan dari metode ini yaitu mencegah terjadinya pengulangan yang sia-sia yang ditemukan dalam iterasi yang akan digunakan lagi pada iterasi selanjutnya. Metode *tabu search* dilakukan dengan *move* melalui penukaran dua titik. Penukaran dua titik ini disebut dengan solusi *neighbourhood*. [3].

Tujuan pada penelitian ini adalah menentukan rute optimal dalam pendistribusian elpiji 3 kg menggunakan metode *tabu search*. Pada kasus ini digunakan satu depot sebagai penyuplai elpiji ke seluruh pangkalan dan kendaraan yang digunakan adalah truk dengan kapasitas 560 tabung. Langkah pertama dalam menentukan rute optimal yaitu menentukan rute awal. Penentuan rute awal dengan menggunakan metode NN dan *Clarke Wright and saving* dengan memperhatikan sisa kapasitas kendaraan. Setelah itu solusi yang diperoleh dari kedua metode tersebut akan dilakukan *movement* sehingga didapat *best so far* dari rute alternatif dari proses *movement*.

ALGORITMA TABU SEARCH

Konsep dasar pada *tabu search* merupakan suatu algoritma yang menuntun setiap tahapannya agar dapat menghasilkan solusi yang paling optimum tanpa terjebak kedalam solusi awal yang yang ditemukan selama tahapan itu berlangsung. Sehingga maksud dari algoritma ini adalah mencegah terjadinya perulangan dan ditemukannya solusi yang sama pada suatu iterasi yang akan digunakan lagi pada iterasi selanjutnya.

Penentuan rute optimal menggunakan metode *tabu search* dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini.

1. Penentuan rute awal

Penentuan solusi awal yang digunakan dalam langkah penentuan rute dengan menggunakan *tabu search* dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya metode NN dan metode *clarke wright and saving*.

Menentukan rute awal menggunakan metode NN dapat dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut [4]:

- a. Kendaraan dengan kapasitas maksimal berawal dari depot.
- b. Dicari jarak terdekat antara pangkalan elpiji dengan depot.
- c. Mengurangi kapasitas kendaraan dengan jumlah permintaan pangkalan yang dikunjungi.
- d. Kendaraan melakukan perjalanan dengan kapasitas yang tersisa menuju pangkalan berikutnya dengan jarak terdekat dari pangkalan tersebut. Kemudian mengurangi kapasitas kendaraan dengan permintaan pangkalan yang telah dikunjungi.
- e. Perjalanan kendaraan berlanjut ketika kapasitas kendaraan masih tersedia untuk permintaan pangkalan selanjutnya. Kendaraan kembali ke depot ketika kapasitas kendaraan tidak terpenuhi untuk permintaan pangkalan selanjutnya.
- f. Kendaraan yang telah kembali ke depot sehingga terbentuk rute dan rute tersebut dianggap sebagai rute pertama untuk kendaraan.
- g. Ketika ada pangkalan yang belum dikunjungi maka perlu dilakukan kembali dari tahap (a).
- h. Seluruh pangkalan telah dikunjungi dan semua permintaan telah terpenuhi maka didapat rute-rute awal kendaraan dengan metode NN.

Menentukan rute awal menggunakan metode *Clarke Wright and saving* melalui tahapan-tahapan sebagai berikut [5].

- a. Mendaftarkan jumlah kapasitas maksimum kendaraan yang tersedia dan alokasi kendaraan yang digunakan untuk pengiriman elpiji ke pangkalan. Berawal dari depot kendaraan melakukan perjalanan pengiriman elpiji ke pangkalan dengan masing-masing permintaan setiap pangkalan
 - b. Membuat matrik jarak yaitu matrik jarak antar depot dengan pangkalan dan jarak antar pangkalan. Pengukuran jarak antar pangkalan *A* ke *B* berbeda dengan jarak antar pangkalan *B* ke
-

pangkalan A sehingga matrik jarak ini termasuk matrik asimetris.

- c. Menghitung nilai penghematan $S_{i,j}$ berupa jarak tempuh dari suatu kendaraan yang menggantikan dua kendaraan untuk melayani pangkalan i dan j .

$$S_{ij} = C_{0i} + C_{j0} - C_{ij} \quad (1)$$

C_{0i} = jarak dari depot ke pangkalan i

C_{j0} = jarak dari pangkalan j ke depot

C_{ij} = jarak dari pangkalan i ke pangkalan j

S_{ij} = nilai penghematan jarak dari pangkalan i ke pangkalan j

Nilai penghematan $S_{i,j}$ adalah jarak yang dapat dihemat dari rute $0 - i - 0$ digabungkan dengan rute $0 - j - 0$ menjadi rute tunggal $0 - i - j - 0$ yang dilayani oleh satu kendaraan yang sama.

- d. Memilih sebuah sel dimana dua rute yang dapat dikombinasikan menjadi satu rute tunggal. Prosedur ini berakhir apabila sudah tidak ada lagi kemungkinan rute yang biasa dikombinasikan menjadi satu rute
- e. Pengelompokkan rute berdasarkan nilai *saving* terbesar sampai yang terkecil.
- f. Pilih nilai *saving* terbesar dari matrik penghematan dengan memperhatikan maksimal kapasitas kendaraan dan permintaan. Jumlah maksimal kapasitas 560 tabung kemudian mengurangi dengan permintaan pada rute yang dipilih.
- g. Pilih nilai *saving* terbesar berikutnya dalam matrik penghematan kemudian mengurangi dengan sisa kapasitas sebelumnya.
- h. Penentuan rute kendaraan berlanjut ketika kapasitas kendaraan masih tersedia untuk permintaan rute dengan nilai *saving* terbesar berikutnya. Selanjutnya penentuan rute kendaraan kembali ke depot ketika kapasitas kendaraan tidak terpenuhi untuk permintaan permintaan dengan nilai *saving* terbesar berikutnya.
- i. Kendaraan yang telah kembali ke depot sehingga terbentuk rute dan rute tersebut dianggap sebagai rute pertama untuk kendaraan.
- j. Ketika ada rute penghematan yang belum dikunjungi maka dilakukan kembali dari tahap (f).
- k. Seluruh rute penghematan telah dikunjungi dan semua permintaan telah terpenuhi maka didapat rute-rute awal kendaraan dengan metode *clarke wright and saving*.
2. Inisialisasi maksimal iterasi yang merupakan jumlah iterasi yang akan dilakukan dalam pencarian rute.
3. Inisialisasi *tabu list*.
4. Inisialisasi solusi *tabu search*. Jalur yang ada pada proses pencarian akan dilakukan iterasi dengan memindahkan (*move*) posisi setiap jalur untuk mendapatkan rute alternatifnya.
5. Pencarian solusi terbaik dari *movement*. Pada setiap iterasi akan menghasilkan rute yang diperoleh dari proses pemindahan posisi simpul (*movement*) yang kemudian dipilih rute yang terbaik dari setiap iterasi.
6. Tambahkan solusi terbaik ke *tabu list*, ulangi sampai maksimal iterasi.
7. Rute yang dimiliki *tabu list* dengan jarak optimal dan menjadi *globalmin* atau rute optimalnya.

IMPLEMENTASI ALGORITMA TABU SEARCH PADA PENDISTRIBUSIAN ELPIJI

Permasalahan pendistribusian tersebut diperlukan solusi yang optimal dalam menentukan rute pendistribusian elpiji 3 kg dengan mempertimbangkan jumlah permintaan dan kapasitas kendaraan. Permasalahan pendistribusian elpiji tersebut digolongkan kedalam *Vehicle Routing Problem* (VRP). Kasus VRP yang digunakan adalah permasalahan pendistribusian elpiji ke 20 pangkalan pada bulan Agustus 2015 yang diperoleh dari KOP.PEG. Negeri Kantor Gubernur Kalimantan Barat yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Nama Pangkalan dan Jumlah Permintaan Elpiji 3 kg Pada Agustus 2015

No.	PANGKALAN	KELURAHAN	KECAMATAN	PERMINTAAN (tabung)	SIMPUL
1	SPBE	SIANTAN	PONTIANAK UTARA	-	Depot
2	61.781.01	BANGKA BELITUNG DARAT	PONTIANAK TENGGARA	140	A
3	64.781.06	SEI/SUNGAI BANGKONG	PONTIANAK KOTA	300	B
4	64.781.11	BANSIR LAUT	PONTIANAK TENGGARA	280	C
5	64.781.14	PAL LIMA	PONTIANAK BARAT	200	D
6	BERDIKARI (Dadang)	BENUA MELAYAU DARAT	PONTIANAK SELATAN	300	E
7	H. Muhammad Markaie / Pak Bujang	SEI/SUNGAI JAWI DALAM	PONTIANAK BARAT	150	F
8	Hery Julianto	BATU LAYANG	PONTIANAK UTARA	160	G
9	Hery Setyo Utamo	AKCAYA	PONTIANAK SELATAN	560	H
10	Khairudin	BANGKA BELITUNG	PONTIANAK SELATAN	320	I
11	Railani Tauran	SAIGON	PONTIANAK TIMUR	160	J
12	Sudirman / Jamirah	TANJUNG HULU	PONTIANAK TIMUR	240	K
13	Syarifah Nurhayati	KOTA BARU	PONTIANAK SELATAN	200	L
14	Triono Agustawan	SEI/SUNGAI BELIUNG	PONTIANAK BARAT	160	M
15	64.781.01	BANGKA BELITUNG LAUT	PONTIANAK TENGGARA	140	N
16	64.781.02	PARIT TOKAYA	PONTIANAK SELATAN	80	O
17	Bright C Store SPBU Komyos Sudarso	SEI/SUNGAI BELIUNG	PONTIANAK BARAT	200	P
18	64.781.19	TENGAH	PONTIANAK KOTA	200	Q
19	64.781.12	SEI/SUNGAI BANGKONG	PONTIANAK KOTA	200	R
20	Darmawi, Amd (Titin)	SEI/SUNGAI JAWI DALAM	PONTIANAK BARAT	240	S
21	Juliana / Jamirah	SEI/SUNGAI BELIUNG	PONTIANAK BARAT	50	T
Total permintaan				4324	

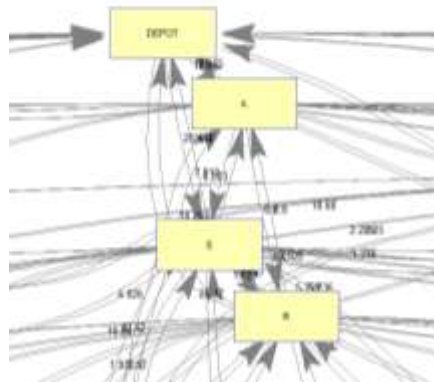
Sumber : Koperasi Pegawai Negeri Kantor Gubernur Kalimantan Barat

Berdasarkan Tabel 1 bahwa jumlah permintaan tabung gas elpiji 3 kg di KOP.PEG. Negeri Kantor Gubernur untuk 20 pangkalan pada Agustus 2015 sebanyak 4.324 tabung. Nama pangkalan yang berupa angka merupakan SPBU sedangkan nama pangkalan yang tercantum namanya merupakan usaha mandiri. Pendistribusian elpiji 3 kg menggunakan truk khusus dengan kapasitas angkut 560 tabung dengan melewati jalan utama menuju pangkalan. Pendistribusian elpiji diawali dengan sebuah tempat pengisian ulang gas yang disebut depot dan pangkalan gas yang dikunjungi diberi label A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T.

Tabel 2. Data Jarak Antar Pangkalan (km)

	DEPOT	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
DEPOT	0	18.8	25.35	19.26	28.5	20.86	27.12	3.23	25.6	17.55	11.81	9.92	26.12	28.1	17.632	21.75	26.085	23.262	26.12	25.412	26.78
A	21.45	0	6.55	6.87	10.55	8.47	10.05	21.45	6.8	5.25	10	13.35	8.17	12.85	5.47	2.95	10.04	5.78	6.2	7.813	10.416
B	25.22	6.95	0	6.2	4.4	5.05	3.9	25.22	0.855	7.82	13.77	17.12	1.72	6.7	7.5	3.8	6.086	3.746	2.983	4.893	5.406
C	19.02	4.22	9	0	8.78	1.612	7.88	19.02	9.5	1.62	7.57	10.92	10.87	9.05	1.393	7.27	7.073	4.239	7.1	6.393	8.36
D	27.8	10.95	4.51	8.786	0	8.251	0.96	27.92	4.856	10.413	16.365	19.719	6.12	2.3	11.6	8.21	4.4	5.446	3.526	3.413	2.17
E	20.62	5.82	7.85	1.6	8.23	0	7.343	20.62	8.35	3.22	9.17	12.52	9.72	8.5	2.997	7.15	6.516	2.576	5.333	5.83	7.58
F	26.9	10.45	4	7.886	0.9	7.33	0	26.918	4.35	9.513	15.45	18.822	5.62	3.23	11.1	7.509	4.1	4.543	3.626	2.5	3.02
G	3.2	18.8	25.35	19.032	27.8	20.632	26.9	0	25.6	17.418	11.462	9.815	26.97	28.07	17.629	21.753	26.092	23.265	26.129	25.415	26.786
H	25.47	7.2	0.85	6.45	4.85	5.3	4.45	25.47	0	8.07	14.02	17.37	2.47	7.15	7.85	4.15	6.526	4.099	3.336	5.236	7.756
I	17.4	2.6	9.15	1.626	10.4	3.232	9.5	17.4	9.4	0	5.95	9.3	10.77	10.67	0.213	5.55	8.693	5.816	8.726	8	9.98
J	11.45	7.35	13.9	7.582	16.35	9.18	15.462	11.45	14.15	5.962	0	3.35	15.52	16.629	6.179	10.3	14.639	11.815	14.67	13.962	15.345
K	9.8	10.7	17.25	10.932	19.7	12.538	18.8	9.8	17.7	9.315	3.362	0	18.87	19.77	9.532	13.65	17.982	15.159	18.032	18.312	18.68
L	26.97	8.57	1.62	7.82	6.02	6.67	5.52	25.19	2.482	9.44	15.39	18.74	0	8.32	9.02	5.22	7.995	7.693	4.603	6.509	7.023
M	28.07	12.85	6.74	9.056	2.32	8.56	3.2	28.081	7.15	10.676	16.62	19.791	8.41	0	10.459	10.412	2.003	7.746	5.82	4.92	2.512
N	17.62	2.82	9.27	1.403	13.37	3.006	12.87	17.623	9.62	0.223	6.17	9.52	10.79	10.45	0	5.87	8.463	5.113	8.5	7.78	9.76
O	25.2	8.05	4	6.18	8.4	8.48	7.7	25.207	4.35	7.8	13.75	17.1	5.42	10.6	7.58	0	7.67	4.08	4.48	6.19	7.57
P	26.07	10.42	6.17	7.05	4.462	6.5	3.98	26.076	6.535	8.67	14.62	17.97	7.98	2.013	8.45	8.033	0	5.12	3.2	1.92	1.316
Q	23.25	6.06	3.73	4.233	5.543	2.56	4.553	23.253	4.08	5.85	11.8	15.15	7.68	7.756	5.11	3.08	5.152	0	3.76	3.053	5.265
R	26.129	6.6	2.973	6.47	3.52	5.32	3.633	26.132	3.32	8.732	14.673	18.02	4.59	5.836	7.87	4.28	3.229	3.769	0	1.733	3.343
S	25.4	8.203	4.88	6.38	3.406	5.845	2.506	25.406	5.239	8.009	13.95	18.3	6.5	4.926	7.789	5.103	1.932	3.04	1.723	0	2.25
T	26.786	10.42	5.4	8.372	2.816	7.92	3.029	26.795	7.57	9.992	15.33	18.692	7.02	2.5	9.769	7.385	1.3	5.25	3.33	2.259	0

Tabel 2 menunjukkan jarak tempuh antar pangkalan. Jarak tempuh yang dilewati dari pangkalan A ke pangkalan B berbeda dengan jarak tempuh yang dilewati pangkalan B menuju pangkalan A. Hal tersebut berlaku untuk pangkalan lainnya sehingga permasalahan ini digolongkan kedalam VRP asimetris. Selanjutnya data jarak tempuh dibentuk kedalam graf lengkap dan berarah yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Perbesaran gambar dari VRP

Pada Gambar 1 menunjukkan perbesaran dari VRP dengan 21 simpul yang salah satu simpulnya adalah Depot yang merepresentasikan SPBE dan 20 simpul lainnya merepresentasikan pangkalan elpiji 3 kg. Sisi merepresentasikan jalan yang menghubungkan antar pangkalan dan bobot merepresentasikan jarak tempuh yang dilalui kendaraan untuk setiap pangkalan. Selanjutnya dari permasalahan VRP akan dicari rute yang optimal untuk dilewati kendaraan dalam pendistribusian elpiji 3 kg.

Penentuan rute pendistribusian dengan menggunakan metode *tabu search* dipengaruhi oleh penentuan rute awal. Penentuan rute awal yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode NN dan metode *clarke wright and saving*. Hasil rute yang diperoleh menggunakan metode NN ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Rute Awal Metode NN

Rute ke-	Rute
1	Depot - G - K - J - Depot
2	Depot - I - N - O - Depot
3	Depot - A - Q - R - Depot
4	Depot - C - S - Depot
5	Depot - E - P - Depot
6	Depot - B - L - Depot
7	Depot - H - Depot
8	Depot - T - M - D - R - Depot

Jumlah rute yang dihasilkan dengan menggunakan metode NN dalam penentuan rute awal pada metode *tabu search* menghasilkan delapan rute yang ditunjukkan pada Tabel 2. Jumlah jarak yang di tempuh kendaraan dengan delapan rute yaitu sebesar 400.588 km. Penentuan rute awal dengan metode *Clarke Wright and saving* dilakukan dengan menentukan nilai *saving* dari pasangan simpul. Nilai *saving* dapat dihitung dengan Persamaan (1). Setelah semua nilai *saving* diperoleh selanjutnya diurutkan dari nilai *saving* terbesar hingga nilai *saving* terkecil. Berikut nilai *saving* yang telah diurutkan.

Tabel 3. Nilai *Saving* Dari Terbesar ke Terkecil

Pangkalan(n, m)	Nilai Saving
FP	57.085
FD	54.500
...	...
DG	3.110
GL	2.350

Pengurutan nilai *saving* penentuan rute dimulai dengan nilai *saving* terbesar, kemudian penyisipan rute didasarkan pada nilai *saving* terbesar dengan memperhatikan jumlah permintaan yang disesuaikan sehingga tidak melebihi kapasitas kendaraan yang tersedia. Pencarian rute berhenti ketika muatan

yang tersisa dalam truk untuk perjalanan kendaraan berikutnya tidak mencukupi permintaan pangkalan selanjutnya. Berikut merupakan rute-rute yang didapat menggunakan metode *Clarke Wright and saving*.

Tabel 4. Rute Awal Metode *Clarke and Wright Saving*

Rute ke-	Rute									
1	Depot	-	T	-	F	-	P	-	M	- Depot
2	Depot	-	O	-	R	-	D	-		Depot
3	Depot	-	L	-	B	-				Depot
4	Depot	-	S	-	Q	-				Depot
5	Depot	-	N	-	C	-	A	-		
6	Depot	-	E	-	J	-				Depot
7	Depot	-	K	-	I	-				Depot
8	Depot	-	G	-						Depot
9	Depot	-	H	-						Depot

Jumlah rute yang dihasilkan dengan menggunakan metode *clarke wright and saving* dalam penentuan rute awal pada metode *tabu search* menghasilkan sembilan rute yang ditunjukkan pada Tabel 4 yaitu sebesar 406.524 km. Rute awal ini akan disimpan kedalam *tabu list* pada iterasi 0 sekaligus sebagai solusi terbaik pada awal jarak tempuh.

Langkah kedua yaitu menentukan iterasi selanjutnya dan mencari solusi alternatif. Banyaknya solusi alternatif dapat diperoleh dengan menukarkan urutan posisi simpul sebanyak dua simpul. Penentuan rute optimal menggunakan *tabu search* dengan rute awal yang diperoleh dari metode NN akan dicari rute alternatif untuk jarak tempuh yang dilalui. Rute pertama yang diperoleh dari metode NN selanjutnya akan dijadikan acuan dalam menentukan rute yang optimal dengan menggunakan *tabu search*. Rute tersebut kemudian akan disimpan kedalam *tabu list* sebagai rute terbaik. Selanjutnya dari solusi awal dicari rute-rute alternatif dengan melakukan proses *movement*. Berikut merupakan rute-rute alternatif yang diperoleh.

Tabel 5. Rute Alternatif Berdasarkan Rute Terbaik Pada Iterasi Pertama (km) dengan NN

Iterasi 1						
Jalur ke-		Rute			Jarak Tempuh	Best so far
1	G	Depot	K	J	27.932	
2	K	G	Depot	J	28.160	
3	J	G	K	Depot	42.875	
4	Depot	K	G	J	46.632	
5	Depot	J	K	G	28.180	
6	Depot	G	J	K	27.842	
Best so far = 27.842 jalur 6						Best so far
Global min = 27.842						

Pada jalur ke-1 di iterasi pertama diperoleh rute G - Depot - K - J dengan jarak tempuh 27.932351 rute alternatif jalur pertama selalu dijadikan *best so far* hal ini disebabkan saat pencarian jalur alternatif pertama adalah acuan untuk pencarian *best so far* pada jalur-jalur berikutnya. Penentuan *best so far* pada iterasi kurang dari atau sama dengan melebihi nilai *best so far* jalur pertama. Selanjutnya untuk jalur ke-2 diperoleh rute K - G - Depot - J dengan jarak tempuh 28.16 km. Kemudian dilanjutkan hingga jalur ke-6 selanjutnya rute pada jalur ke-6 dijadikan *best so far* dengan jarak tempuh yang lebih kecil dari *best so far* sebelumnya. Setelah itu nilai *best so far* tersebut dijadikan nilai *global min* yaitu nilai terbaik secara umum dalam iterasi pertama.

Selanjutnya dilakukan iterasi ke-2 hingga iterasi ke-6 dengan menggunakan perhitungan yang sama seperti iterasi pertama sesuai dengan rute yang dilalui truk tersebut. Berikut adalah rute dengan jarak minimum dari masing-masing iterasi yang disimpan dalam *tabu list*.

Tabel 6. *Tabu List* Pada Rute 1 dengan Jarak Tempuh Minimum (km) dengan NN

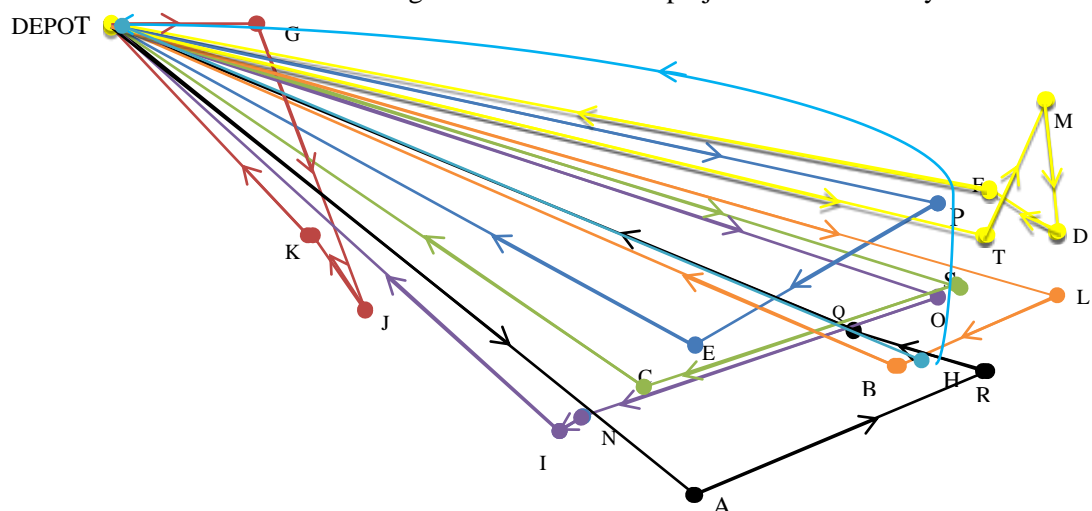
Iterasi	Jalur ke	Rute Perjalanan	Jarak Tempuh
0	0	Depot - G - K - J - Depot	27.857
1	6	Depot - G - J - K - Depot	27.842
2	2	J - G - Depot - K - J	27.932
3	2	Depot - G - J - K - Depot	27.842
4	3	K - Depot - G - J - K	27.842
5	3	J - Depot - G - K - J	27.857
6	2	K - Depot - G - J - K	27.842

Berdasarkan *tabu list* pada Tabel 4.4, diperoleh nilai *global min* yaitu 27.842 km pada iterasi pertama dengan rute Depot - G - J - K - Depot. Selanjutnya dicari untuk rute ke 2 hingga rute ke 8 dengan cara yang sama dengan menggunakan perhitungan yang sama seperti rute pertama sesuai dengan yang dilalui truk tersebut. Hasil pencarian rute terbaik dari rute pertama hingga rute ke 8 dengan jarak yang optimal ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 7. Rute Terbaik Pada Tiap Rute Kendaraan (km) dengan NN

Rute ke-	Rute Terbaik	Jarak Optimal
1	Depot - G - J - K - Depot	27.842
2	Depot - O - N - I - Depot	46.953
3	Depot - A - R - Q - Depot	52.019
4	Depot - S - C - Depot	50.812
5	Depot - P - E - Depot	53.205
6	Depot - B - L - Depot	52.960
7	Depot - H - Depot	51.070
8	Depot - T - M - D - F - Depot	59.460

Berdasarkan Tabel 7, rute 1 yang dilalui kendaraan menghasilkan jalur tertutup yaitu dimulai dari Depot - G - J - K - Depot dengan jarak tempuh 27.842 km. Rute 2 menghasilkan jalur yang dimulai dari Depot - O - N - I - Depot dengan jarak tempuh 46.953 km. Rute 3 menghasilkan rute yang dimulai dari Depot - A - R - Q - Depot dengan jarak tempuh 52.019 km. Hal berikut berlanjut untuk rute terbaik selanjutnya sampai pada rute ke 8 menghasilkan rute yang dimulai dari Depot - T - M - D - F - Depot dengan panjang rute yang ditempuh 59.46 km. Berikut Gambar 2 merupakan representasi rute optimal metode NN dan *tabu search* dengan total keseluruhan perjalanan kendaraan yaitu 394.321 km.


Gambar 2. Hasil graf dari metode NN dan *tabu search*

Graf berarah pada Gambar 2 merepresentasikan jalur optimal yang diperoleh dari metode NN dan *tabu search*, warna merah merepresentasikan perjalanan pertama dengan rute Depot - G - K - J - Depot dan jarak tempuh 27.842 km, warna ungu merepresentasikan perjalanan kedua dengan rute Depot - I - N - O - Depot dan jarak tempuh 46.953 km, seterusnya hingga warna kuning tebal merepresentasikan

perjalanan kedelapan dengan rute Depot - T - M - D - F - Depot dan jarak 59.46 km. Total keseluruhan delapan rute dengan metode NN adalah 394.321 km dengan satu kendaraan yang beroperasi.

Penentuan rute optimal menggunakan *tabu search* dengan rute awal yang diperoleh dari metode *Clarke Wright and saving* selanjutnya akan dijadikan acuan dalam menentukan rute yang optimal dengan menggunakan *tabu search*. Rute tersebut kemudian akan disimpan kedalam *tabu list* sebagai rute terbaik. Selanjutnya dari solusi awal dicari rute-rute alternatif dengan melakukan proses movement. Berikut merupakan rute-rute alternatif yang diperoleh dengan *Clarke Wright and saving*.

Tabel 8. Rute Alternatif Berdasarkan Rute Terbaik Pada Iterasi Pertama (km)
dengan *Clarke Wright and saving*

Jalur ke-	Rute					Jarak Tempuh	<i>Best so far</i> <i>Best so far</i>
1	T	Depot	F	P	M	62.531	
2	F	T	Depot	P	M	61.104	
3	P	T	F	Depot	M	61.348	
4	M	T	F	P	Depot	63.810	
5	Depot	F	T	P	M	61.523	
6	Depot	P	F	T	M	63.655	
7	Depot	M	F	P	T	63.502	
8	Depot	T	P	F	M	63.360	
9	Depot	T	M	P	F	62.163	
10	Depot	T	F	M	P	61.112	
<i>Best so far</i> = 61.104 jalur 2							
<i>Global min</i> = 61.104							

Pada jalur ke 1 di iterasi pertama diperoleh rute T - Depot - F - P - M dengan jarak tempuh 62.531 km, rute alternatif jalur pertama selalu dijadikan *best so far*. Hal ini disebabkan saat pencarian jalur alternatif pertama adalah acuan untuk pencarian *best so far* pada jalur-jalur berikutnya. Penentuan *best so far* pada iterasi kurang dari atau sama dengan melebihi nilai *best so far* jalur pertama.

Selanjutnya jalur ke 2 dijadikan *best so far* dengan jarak tempuh yang lebih kecil dari *best so far* sebelumnya sehingga pada iterasi pertama didapat *best so far* 61.104 km pada jalur ke 2. Selanjutnya nilai *best so far* tersebut dijadikan nilai *global min* yaitu nilai terbaik secara umum pada iterasi pertama. Selanjutnya dilakukan iterasi ke 2 hingga iterasi ke 24 dengan menggunakan perhitungan yang sama seperti iterasi pertama sesuai dengan rute yang dilalui truk tersebut. Berikut adalah rute dengan jarak minimum dari masing-masing iterasi yang disimpan dalam *tabu list*.

Tabel 9. *Tabu List* Pada Rute 1 Dengan Jarak Tempuh Minimum (km)

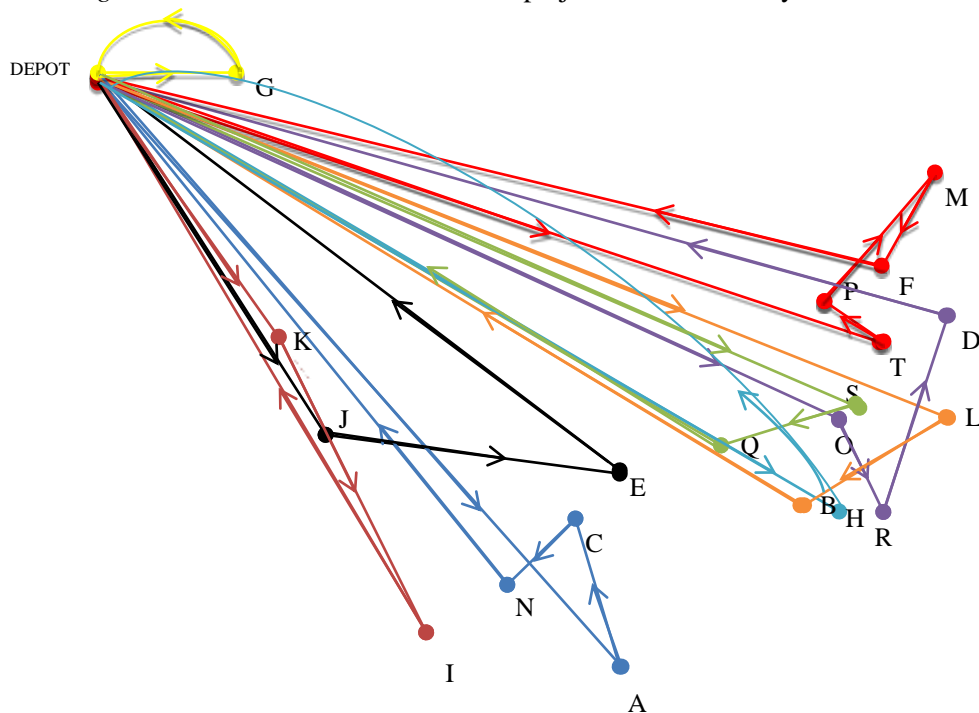
Iterasi	Jalur ke	Rute Perjalanan	Jarak Tempuh
0	0	Depot - T - F - P - M	63.992
1	2	F - T - Depot - P - M	61.104
2	5	F - Depot - T - P - M	60.193
3	7	F - M - T - P - Depot	60.232
4	8	F - M - P - T - Depot	60.455
...
24	7	F - T - M - P - Depot	60.713

Berdasarkan *tabu list* pada Tabel 9, diperoleh nilai *global min* yaitu 60.193 km pada iterasi ketiga dengan rute Depot - F - M - T - P - Depot. Selanjutnya dicari untuk rute ke 2 hingga rute ke 9 dengan cara yang sama dengan menggunakan perhitungan yang sama seperti rute pertama sesuai dengan yang dilalui truk tersebut. Hasil pencarian rute terbaik dari rute pertama hingga rute ke 9 dengan jarak yang optimal ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 10. Rute Terbaik Pada Tiap Rute Kendaraan (km)

Rute	Rute Terbaik	Jarak Optimal
1	Depot - T - P - M - F - Depot	60.193
2	Depot - O - R - D - Depot	57.550
3	Depot - L - B - Depot	52.960
4	Depot - S - Q - Depot	51.702
5	Depot - A - C - N - Depot	44.683
6	Depot - E - J - Depot	41.480
7	Depot - K - I - Depot	36.635
8	Depot - G - Depot	6.430
9	Depot - H - Depot	51.070

Berdasarkan Tabel 10 rute ke 1 yang dilalui kendaraan menghasilkan jalur tertutup yaitu dimulai dari Depot - T - P - M - F - Depot dengan panjang rute yang ditempuh 60.193 km. Rute ke 2 menghasilkan jalur yang dimulai dari Depot - O - R - D - Depot dengan panjang rute yang ditempuh 57.55 km. Rute ke 3 menghasilkan rute yang dimulai dari Depot - L - B - Depot dengan panjang rute yang ditempuh 52.96 km. Rute ke 4 menghasilkan rute yang dimulai dari Depot - S - Q - Depot dengan panjang rute yang ditempuh 51.702 km. Hal berikut berlanjut untuk rute terbaik selanjutnya sampai pada rute ke 9 menghasilkan rute yang dimulai dari Depot - H - Depot dengan panjang rute yang ditempuh 51.07 km. Berikut Gambar 3 merupakan representasi rute optimal dengan *Clarke Wright and saving* dan *tabu search* total keseluruhan perjalanan kendaraan yaitu 402.703 km.


Gambar 3. Hasil graf dari metode *clarke wright and saving* dan *tabu search*

Graf berarah pada Gambar 3 merepresentasikan jalur optimal yang diperoleh dari metode *Clarke Wright and saving* dan *tabu search*, warna merah cerah merepresentasikan perjalanan pertama dengan rute Depot - T - P - M - F - Depot dan jarak tempuh 60.193 km, dan seterusnya hingga warna biru muda merepresentasikan perjalanan kesembilan dengan rute Depot - H - Depot dan jarak tempuh 51.07 km. Total keseluruhan sembilan rute yang didapat dari metode *Clark Wright and saving* adalah 402.703 km dengan satu kendaraan yang beroperasi.

PENUTUP

Penyelesaian permasalahan pendistribusian elpiji 3 kg dengan menggunakan metode *Nearest Neighborhood (NN)* dan *tabu search* menghasilkan delapan rute dengan jarak tempuh keseluruhan delapan rute yaitu 394.321 km. Sedangkan menggunakan metode *Clarke Wright and saving* dan *tabu search* menghasilkan sembilan rute dengan jarak tempuh keseluruhan yaitu 402.703 km.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dalam penentuan rute awal dengan metode *Nearest Neighborhood (NN)* dan *tabu search* menghasilkan rute yang lebih optimal yang dapat dilihat berdasarkan banyaknya rute sehingga sistem pendistribusian lebih efisien, selanjutnya dilihat berdasarkan total jarak tempuh tiap rute yang maksimal dalam pendistribusian elpiji dan jarak yang ditempuh keseluruhan rute sehingga menghemat biaya dalam penggunaan bahan bakar bensin, dan waktu dalam mendistribusikan elpiji.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Suyanto. *Algoritma Optimasi : Deterministik atau Probabilistik*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2014.
Kusumadewi S, Purnomo H. *Penyelesaian Masalah Optimasi Menggunakan Teknik-Teknik Heuristik*. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2015.
- [2]. Genreau M, dan Potvin J, Y. *Hand Book Metaheuristic*, Ed ke-7. New York: Springer Science + Busines Media; 2010.
- [3]. Sugianti, D. Algoritma Nearest Neighbor Untuk Menentukan Area Pemasaran Produk Batik Di Kota Pekalongan. *Jurnal Ilmiah ICTech*. 2012 Jan;10(1).
- [4]. Purnomo, A. Penentuan Pengiriman Dan Biaya Transportasi Dengan Menggunakan Metode Clarke Wright And Saving. *Jurnal Logistik*. 2010 Nov;1(2):97-117.

SARI LESTARI	: FMIPA UNTAN, Pontianak, sarilestari298@gmail.com
BAYU PRIHANDONO	: FMIPA UNTAN, Pontianak, beiprihandono@gmail.com
EKA WULAN RAMADHANI	: FMIPA UNTAN, Pontianak, wulan2890@gmail.com